

Ultraschall-Schneidevorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Ultraschall-Schneidevorrichtung mit mindestens einem mit einem Generator verbundenen Ultraschallkonverter, wenigstens einem

5 Schalleiter und zumindest einer Schneidklinge, wobei der Schalleiter zwischen dem Ultraschallkonverter und der Schneidklinge angeordnet ist und diese miteinander verbindet, und wobei die Längsmittelachse des Schallleiters einen von einer geraden Linie abweichenden Verlauf aufweist.

10 Eine derartige Ultraschall-Schneidevorrichtung zum Schneiden von Lebensmitteln, wie z.B. Teigwaren, Käse, Fisch oder dergleichen Schneidgut, ist aus DE 43 19 832 A1 bekannt. Die Schneidevorrichtung weist eine flächige, sich im Wesentlichen in einer Ebene erstreckende Schneidklinge auf, die an ihrem von der Messerspitze entfernten Ende einstückig mit einem Schalleiter verbunden ist.

15 Ein von der Schneidklinge beabstandeter Abschnitt des Schallleiters ist mit einem Ultraschallkonverter verschraubt, mittels dem in Längserstreckungsrichtung der Schneidklinge Ultraschallschwingungen in den Schalleiter einkoppelt werden können. Zwischen dem Ultraschallkonverter und der Schneidklinge weist der Schalleiter in einer normal zur Erstreckungsebene der Schneidklinge verlaufenden, sich in Längsrichtung der Schneidklinge erstreckenden Ebene eine

20 90°-Krümmung mit einem vorgegebenen Krümmungsradius auf. Der gekrümmte Verlauf geht an dem mit der Schneidklinge verbundenen Ende stetig differenzierbar in die Schneidklinge über. Durch den von der geraden Linie abweichenden Verlauf des Schallleiters wird dieser sowohl in Längserstreckungsrichtung der

25 Schneidklinge als auch in einer normal zu der von der Schneidklinge aufgespannten Ebene zu Schwingungen angeregt. Dabei bewirkt die normal zur Ebene der Schneidklinge orientierte Schwingungskomponente eine Reduzierung der Reibung zwischen den Messerflanken der Schneidklinge und dem Schnittgut. Dennoch tritt beim Schneiden noch eine gewisse Reibung auf, welche die Schnittgeschwindigkeit

30 begrenzt. Auch hat sich herausgestellt, dass Schneidklinge durch die Ultra-

schallschwingungen an unterschiedlichen Stellen unterschiedlich starken mechanischen Belastungen ausgesetzt ist.

Es besteht deshalb die Aufgabe, eine Ultraschall-Schneidevorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die einen einfachen Aufbau mit kompakten
5 Abmessungen aufweist, aber dennoch eine hohe Schnittgeschwindigkeit und eine gleichmäßige mechanische Beanspruchung der Schneidklinge ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass der mindestens eine
10 Generator Mittel zum Durchlaufen eines vorbestimmten Ultraschallfrequenzbereichs aufweist.

In vorteilhafter Weise sind die Knotenpunkte der Ultraschallwellen auf der Schneidklinge dann nicht ortsfest sondern verändern ihre Lage entsprechend der
15 Frequenzvariation. Dadurch kann in den Knotenpunkten ein Anhaften der Schneidklinge am Schneidgut vermieden werden. Durch die Frequenzvariation wird außerdem die mechanische Belastung in der Schneidklinge reduziert, da große Resonanzamplituden nur kurzzeitig auftreten und dadurch eine impulsartige Anregung resultiert, die sich als vorteilhaft für das Schneiden herausgestellt hat,
20 da dadurch das zu schneidende Gut abgeschüttelt wird. Die Frequenzvariation ermöglicht die Anregung unterschiedlichster Messergeometrien und den Einsatz von mehreren Ultraschallkonvertern an nur einem Generator, wodurch sehr breite Schnittmesser erzeugt werden können. Der von der geraden Linie abweichende Verlauf des Schalleiters kann derart gewählt sein, dass die Schneidklinge in quer
25 zueinander verlaufenden Richtungen zu Ultraschallschwingungen anregbar ist. Dadurch können Plattenwellen in die Schneidklinge eingekoppelt werden, die sich zwischen im Wesentlichen parallel zueinander verlaufenden und/oder keilförmig zur Schneidfläche hin aufeinander zulaufenden Grenzflächen der Schneidklinge ausbreiten können. Die Plattenwellen weisen sowohl eine in der von der Schneid-
30 klinge aufgespannten Fläche quer zur Längserstreckung der Schneidklinge orientierte longitudinale Komponente als auch eine quer zu dieser Fläche orientierte transversale Schwingungskomponente auf. Dies ist für das Schneiden

vorteilhaft, da das Schneidgut einerseits einen seitlichen, quer zu der von der Schneidklinge aufgespannten Fläche ausgerichteten Impuls erhält, der zu einer besseren Ablösung des Schneidguts von der Schneidklinge führt, und die Schneidklinge andererseits aber auch in einer in der von ihr aufgespannten Fläche
5 liegenden Richtung zum Schwingen angeregt wird, vorzugsweise in Längsrichtung der Schneidklinge. Dadurch wird während des Schneidvorgangs die Reibung reduziert, so dass die in die Schneidklinge eingekoppelte Ultraschallleistung besser für den Schneidvorgang genutzt werden kann. Durch die Plattenwellen kann die Schneidklinge vergleichsweise große Abmessungen aufweisen, ohne
10 dass in der Schneidklinge Schlitzte vorgesehen sein müssen. Dies ermöglicht ein kostengünstiges Messerdesign. Bezüglich der Geometrie der Schneidklinge bestehen praktisch keine Einschränkungen.

Aus DE 10 2007 014 635 A1 ist zwar bereits eine Vorrichtung zur Ultraschallanre-
15 gung von Strukturen bekannt, die einen mit einem Generator verbundenen Ultraschallkonverter und Mittel zum Durchlaufen eines vorbestimmten Ultraschallfrequenzbereichs aufweist. Diese Vorrichtung weist jedoch keine Schneidklinge auf. Vielmehr dient die Vorrichtung dazu, mit einem Ultraschallkonverter mehrere Siebe, die voneinander abweichende Resonanzfrequenzen aufweisen, gleichzeitig
20 anzuregen.

Der Schallleiter weist bevorzugt einen gekrümmten Verlauf auf. Dabei kann sich die Richtung, in die sich der Schallleiter erstreckt, um mindestens 45° , insbesondere um mindestens 60° , gegebenenfalls um mindestens 75° und bevorzugt um
25 etwa 90° ändern.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Schneidklinge als flächiges Element ausgestaltet, wobei der Schallleiter als Leitungsstab ausgebildet ist, der quer zu der Fläche, in der sich die Schneidklinge erstreckt, mit dieser
30 verbunden ist. Die Plattenwellen können dadurch noch besser in der Schneidklinge angeregt werden. Die Schneidklinge kann parallel oder konzentrisch zueinan-

der verlaufende Grenzflächen aufweisen und/oder Grenzflächen, die keilförmig aufeinander zulaufen.

Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform der Erfindung ist der Schallleiter
5 ringförmig ausgebildet, wobei ein erster Endbereich des Schallleiters mit dem
Ultraschallkonverter und ein dem ersten Endbereich diametral gegenüberliegender
zweiter Endbereich des Schallleiters mit der Schneidklinge verbunden ist. Dadurch
ist es möglich, den Ultraschall symmetrisch von zwei Seiten in die Schneidklinge
einzukoppeln. Der Schallleiter weist in der von ihm aufgespannten Ebene bevor-
10 zugt eine ovale oder eine kreisringförmige Geometrie auf. Er kann aber auch eckig
ausgestaltet sein.

Die Schneidklinge kann im Wesentlichen zylindrisch ausgestaltet sein, wobei der
Schallleiter an der Zylindermantelfläche der Schneidklinge mit dieser verbunden
15 ist. Dabei wird unter einem zylindrischen Schallleiter ein flächiger Schallleiter
verstanden, der sich in einer Fläche erstreckt, die durch Verschiebung einer in
einer Ebene verlaufenden Kurve entlang einer Geraden, die nicht in dieser Ebene
liegt, erzeugt werden kann. Die Gerade kann normal zu der Ebene (gerader
Zylinder) oder schräg zur Ebene (schiefer Zylinder) verlaufen.

20

Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung ist die Schneidklinge
kreiszyindrisch oder oval ausgebildet. Mit einer solchen Schneidklinge können
beispielsweise aus einem Vollmaterial stabförmige Gegenstände ausgeschnitten
werden.

25

Die Schneidklinge kann aber auch eckig ausgestaltet sein, insbesondere recht-
eckig. Mit einer solchen Schneidklinge können beispielsweise prismenförmige
Gegenstände aus einem Schneidgut ausgeschnitten werden.

30

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist die Ultraschall-
Schneidevorrichtung mehrere Ultraschallkonverter auf, die jeweils über wenigstens
einen Schallleiter mit voneinander beabstandeten Schalleinkoppelstellen der

Schneidklinge verbunden sind. Dadurch kann bei größeren Schneidklingen ein Amplitudenabfall an der Schneidklinge vermieden werden.

Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist der Schallleiter einstückig mit der Schneidklinge verbunden und vorzugsweise durch einen etwa U-förmig gekrümmten Messerschaft gebildet. Dadurch ergibt sich eine besonders einfach aufgebaute, robuste Ultraschall-Schneidevorrichtung.

Nachfolgend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine Vorderansicht einer Ultraschall-Schneidevorrichtung, die ein gerades Messer aufweist, in das mit Hilfe von mehreren Ultraschallkonvertern angeregt wird,

Fig. 2 eine Seitenansicht der in Fig. 1 gezeigten Ultraschall-Schneidevorrichtung,

Fig. 3 eine Ultraschall-Schneidevorrichtung, die ein kreiszylindrisches Messer aufweist,

Fig. 4 eine Ultraschall-Schneidevorrichtung, die ein rechteckiges Messer aufweist,

Fig. 5 eine Aufsicht auf eine Ultraschall-Schneidevorrichtung, bei der das Messer über einen ovalen Schallleiter mit einem Ultraschallkonverter verbunden ist,

Fig. 6

und 7 Seitenansichten einer Ultraschall-Schneidevorrichtung, bei der an das Messer ein Schallleiter einstückig angeformt ist, und

Fig. 8 eine Seitenansicht einer Ultraschall-Schneidevorrichtung, bei der die Ultraschallwellen von oben in das Messer eingekoppelt werden.

Eine in Fig. 1 im Ganzen mit 1 bezeichnete Ultraschall-Schneidevorrichtung hat
5 einen Ultraschall-Generator 2, der Mittel zum Durchlaufen eines vorbestimmten
Ultraschallfrequenzbereichs aufweist (Sweep-Funktion). Der Generator 2 ist über
ein erstes Hochfrequenzkabel 3 mit einem Eingangsanschluss eines Verteilers 4
verbunden. Der Verteiler 4 hat drei Ausgangsanschlüsse, an denen jeweils über
ein zweites Hochfrequenzkabel 5 ein Hochfrequenzeingang eines Ultraschallkon-
10 verters 6 angeschlossen ist.

Jeder Ultraschallkonverter 6 ist jeweils über einen stabförmigen Schallleiter 7 mit
einer ihm zugeordneten Einkoppelstelle einer Schneidklinge 8 verbunden. Wie in
Fig. 1 und 2 erkennbar ist, ist die Schneidklinge 8 als dünne Platte ausgestaltet,
15 die zwei parallel zueinander verlaufende Grenzflächen 9 hat, von denen die eine
fest mit den Schallleitern 7 verbunden ist. An ihrem unteren Randbereich verjüngt
sich die Schneidklinge 8 keilförmig zu einer Schneidkante 10 hin. Es sind aber
auch andere Ausgestaltungen denkbar, bei denen die Schneidklinge 8 über ihre
gesamte Höhe keilförmig ausgestaltet ist.

20

In Fig. 2 ist erkennbar, dass der Schallleiter 10 einen bogenförmig gekrümmten
Abschnitt aufweist, der sich in einer normal zur Längsachse der Schneidklinge 8
angeordneten, parallel zur Zeichenebene von Fig. 2 verlaufenden Ebene erstreckt.
Der bogenförmig gekrümmten Schallleiter-Abschnitt weist eine Krümmung von
25 etwa 90° auf und ist an seinem der Grenzfläche 9 zugewandten Ende über eine in
der Zeichnung nicht näher dargestellte Schweißnaht mit der Schneidklinge 8
verbunden. An seinem von der Schneidklinge 8 entfernten anderen Ende ist der
bogenförmig gekrümmte Schallleiter-Abschnitt über einen geraden Schallleiter-
Abschnitt mit dem ihm zugeordneten Ultraschallkonverter 6 verbunden. Dieser
30 koppelt in einer normal zur Längsachse der Schneidklinge 8 und parallel zu dieser
verlaufenden Richtung Ultraschallschwingungen in das von der Schneidklinge 8
entfernte Ende des Schallleiters 7 ein.

Erwähnt werden soll noch, dass auch andere von einer geraden Linie abweichende Verläufe des Schallleiters 7 denkbar sind, beispielsweise ein S- oder L-förmiger Verlauf des Schallleiters 7.

5

Durch die Ausgestaltung des Schallleiters 7 als gekrümmter Leiterstab wird die Schneidklinge 8 in einer normal zur Längsachse der Schneidklinge 8 angeordneten, der Zeichenebene in Fig. 2 entsprechenden Ebene sowohl in Richtung der Schnitlinie zwischen dieser Ebene und der Erstreckungsebene der Schneidklinge 8 entsprechend den Doppelpfeilen 11 als auch in einer normal zur Erstreckungsebene der Schneidklinge 8 orientierten, durch die Doppelpfeile 12 angedeuteten Richtung zu Schwingungen angeregt.

10

Zur Erfassung der von den Generatoren 2 an die Ultraschallkonverter 6 abgegebenen Leistung weist die Ultraschall-Schneidevorrichtung 1 eine in der Zeichnung nicht näher dargestellte Messeinrichtung auf. Diese steht über eine Steuereinrichtung mit den Mitteln zum Durchlaufen des vorbestimmten Ultraschallfrequenzbereichs in Steuerverbindung. Zunächst wird ein erster Scan durchgeführt, bei dem die Ultraschallfrequenz ausgehend von einem vorgegebene Startwert bis zu einem vorgegebenen Endwert verändert wird. Der Startwert kann beispielsweise etwa 30 kHz und der Endwert etwa 38 kHz betragen.

15

20

Beim Durchlaufen dieses Ultraschallfrequenzbereichs wird die vom Generator 2 abgegebene Leistung als Funktion der Ultraschallfrequenz gemessen. Danach wird mittels eines Mikroprozessors der Frequenzpunkt f_0 ermittelt, an dem die höchste Leistung abgegeben wird. Dieser Frequenzpunkt wird gespeichert. Dann werden der kleinste Frequenzwert $f_{\min}$ und der größte Frequenzwert $f_{\max}$ eines Ultraschallfrequenzbands bestimmt, das mit einer einstellbaren Bandbreite von z. B. bis 4000 Hz vorzugsweise symmetrisch um diesen Frequenzpunkt f_0 herum liegt. Der kleinste Frequenzwert kann z.B. $f_{\min} = f_0 - 2000$ Hz und der größte Frequenzwert $f_{\max} = f_0 + 2000$ Hz betragen.

25

30

Der Generator 2 wird zunächst so angesteuert, dass die Schneidklinge 8 mit dem kleinsten Frequenzwert $f_{\min}$ angeregt wird. Danach wird die Frequenz jeweils um einen vorbestimmten Betrag von z. B. 1 Hz erhöht, um die Schneidklinge 8 mit der jeweils so erhaltenen neuen Frequenz anzuregen.

5

Nach jedem Erhöhen der Frequenz wird geprüft, ob die neue Frequenz kleiner ist als der zuvor bestimmte größte Frequenzwert $f_{\max}$. Falls das der Fall ist, werden die vorgenannten Schritte, bestehend aus dem Erhöhen der Frequenz, dem Anregen der Schneidklinge 8 mit dieser Frequenz und dem Prüfen, ob die neue

10 Frequenz kleiner ist als der größte Frequenzwert $f_{\max}$, wiederholt.

Falls die neue Frequenz nicht kleiner ist als der größte Frequenzwert $f_{\max}$, wird die Frequenz jeweils um den vorbestimmten Betrag reduziert, um die Schneidklinge 8 jeweils mit der so erhaltenen neuen Frequenz anzuregen.

15

Nach jedem Reduzieren der Frequenz wird geprüft, ob die neue Frequenz größer ist als der zuvor bestimmte kleinste Frequenzwert $f_{\min}$. Falls das der Fall ist, werden die oben genannten Schritte, bestehend aus dem Reduzieren der Frequenz, dem Anregen der Schneidklinge 8 mit dieser Frequenz und dem Prüfen, ob

20 die neue Frequenz größer ist als der kleinste Frequenzwert $f_{\min}$, wiederholt.

Falls die neue Frequenz nicht größer ist als der kleinste Frequenzwert $f_{\min}$, werden die oben genannten Schritte, ausgehend von dem kleinsten Frequenzwert $f_{\min}$, bei Bedarf erneut durchlaufen.

25

Der Anwender kann die Bandbreite, in der dieser Sweep abläuft, zwischen 200 Hz und 4000 Hz einstellen. Die Schrittweite für den Frequenzschritt kann auch mehr als 1 Hz betragen. Durch die Einstellung der Bandbreite kann das Schnittergebnis noch optimiert werden. Um ein Weglaufen des Resonanzpunktes durch Temperatureinfluss oder Koppelschwankungen zu kompensieren wird in regelmäßigen

30 Zeitabständen einen Neuscan wie am Anfang beim Einschalten durchgeführt, um dem Resonanzpunkt f_0 zu folgen. Dieser Neuscan wird allerdings nicht mehr über

den gesamten Bereich von 30 bis 38 KHz gemacht sondern nur noch unmittelbar um den Resonanzpunkt f_0 , um keine Totzeiten zu generieren, da der Neuscan mit geringer Leistung durchgeführt wird.

- 5 Bei den in Fig. 3 und 4 gezeigten Ausführungsbeispielen ist die Schneidklinge 8 im Wesentlichen zylindrisch ausgestaltet. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 ist die Schneidklinge 8 durch ein dünnwandiges kreiszylindrisches Rohr gebildet, das sich an seinem unteren Randbereich zur Schneidkante 10 hin keilförmig verjüngt. Die Einkopplung des Ultraschalls erfolgt über einen gekrümmten Schall-
- 10 leiter 7, dessen Geometrie im Wesentlichen der des in Fig. 2 gezeigten Schallleiters 7 entspricht. Die Einkoppelstelle ist von der Schneidkante 10 beabstandet und befindet sich am oberen Randbereich der Schneidklinge 8. Die Einkoppelstelle kann aber auch an einer anderen Stelle der Schneidklinge 8 angeordnet sein, beispielsweise an dem zu der Schneidkante 10 benachbarten unteren Randbe-
- 15 reich der Schneidklinge 8.

Bei dem in Fig. 4 gezeigten Ausführungsbeispiel hat die Schneidkante 10 einen rechteckigen Verlauf. Deutlich ist erkennbar, dass die Schneidklinge 8 zwei parallel zueinander angeordnete erste Schneidklingenabschnitte 13 und zwei quer

20 dazu angeordnete, ebenfalls parallel zueinander verlaufende zweite Schneidklingenabschnitte 14 aufweist. Die ersten Schneidklingenabschnitte 13 und die zweiten Schneidklingenabschnitte 14 sind jeweils als dünne, ebene Platten ausgestaltet, die sich an ihrem unteren Randbereich zur Schneidkante 10 hin keilförmig verjüngen.

25

Die ersten Schneidklingenabschnitte 13 sind mit den zweiten Schneidklingenabschnitten 14 kastenförmig verbunden. Die Einkopplung des Ultraschalls erfolgt wiederum über einen gekrümmten Schallleiter 7, dessen Geometrie im Wesentlichen der des in Fig. 2 gezeigten Schallleiters 7 entspricht. Die Einkoppelstelle ist

30 von der Schneidkante 10 beabstandet und befindet sich am oberen Randbereich der Schneidklinge 8.

Bei dem in Fig. 5 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Schallleiter 7 oval ausgestaltet. Dabei ist die vom Schallleiter 7 aufgespannte Ebene rechtwinklig zu der Ebene ausgerichtet, in welcher der plattenförmige Schallleiter 7 angeordnet ist. Die Schneidkante 10 des Schallleiters 7 erstreckt sich im Wesentlichen parallel zu
5 der vom Schallleiter 7 aufgespannte Ebene.

Ein erster Endbereich des Schallleiters 7 ist mit dem Ultraschallkonverter 6 und ein dem ersten Endbereich diametral gegenüberliegender zweiter Endbereich mit der Schneidklinge 8 verbunden. Der Ultraschallkonverter 6 ist in gerader Verlängerung der Schneidklinge 8 angeordnet und koppelt in Längsrichtung der Schneid-
10 klinge 8 Ultraschallwellen in den Schallleiter 7 ein.

Bei dem in Fig. 6 und 7 abgebildeten Ausführungsbeispiel ist die Schneidklinge 8 als ebene dünne Platte ausgestaltet, die sich zur Schneidkante 10 hin vorzugsweise über die gesamte Höhe der Schneidklinge 8 keilförmig verjüngt. Die Höhe
15 der Schneidklinge 8 nimmt, ausgehend von dem vom Schallleiter 7 entfernten Ende der Schneidklinge 8 zum Schallleiter 7 hin kontinuierlich zu.

Der Schallleiter 7 ist einstückig mit der Schneidklinge 8 ausgestaltet und durch den Messerschaft bzw. das Heft der Schneidklinge 8 gebildet. In einer rechtwinklig zur Erstreckungsebene der Schneidklinge 8 angeordneten, parallel zur Längsachse der Schneidklinge 8 verlaufenden Ebene hat der Messerschaft einen U-förmig Verlauf. Der Schallleiter 7 hat einen etwa rechteckigen Querschnitt. An seinem von der Schneidklinge 8 entfernten freien Ende ist der Schallleiter 7 mittels einer
20 Schraube 15 lösbar mit dem Ultraschallkonverter 6 verbunden.

Bei dem in Fig. 8 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Schneidklinge 8 in ihrem der Schneidkante 10 abgewandten Rücken mit dem Schallleiter 7 verbunden. Die Ultraschallwellen werden also von oben in die Schneidklinge 8 eingekoppelt.

30 Deutlich ist erkennbar, dass sich der der Schneidklinge 8 zugewandte Endbereich des Schallleiters 7 in etwa senkrecht zur Schneidkante 10 erstreckt. Dabei weist der Schallleiter 7 in der Eben, in der sich die plattenförmige Schneidklinge 8

erstreckt, bogenförmig in zueinander entgegen gesetzte Richtungen gekrümmt.
Der Ultraschallkonverter 6 ist mit seiner Längsachse parallel zur Schneidkante 10 ausgerichtet.

Patentansprüche

1. Ultraschall-Schneidevorrichtung (1) mindestens einem mit einem Generator
(2) verbundenen Ultraschallkonverter (6), wenigstens einem Schallleiter (7)
5 und zumindest einer Schneidklinge (8), wobei der Schallleiter (7) zwischen
dem Ultraschallkonverter (6) und der Schneidklinge (8) angeordnet ist und
diese miteinander verbindet, und wobei die Längsmittelachse des Schalllei-
ters (7) einen von einer geraden Linie abweichenden Verlauf aufweist, **da-**
durch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Generator (2) Mittel zum
10 Durchlaufen eines vorbestimmten Ultraschallfrequenzbereichs aufweist.
2. Ultraschall-Schneidevorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, dass sie eine Messeinrichtung zur Erfassung der vom Generator
(2) an den Ultraschallkonverter (6) abgegebenen Leistung aufweist, und
15 dass die Messeinrichtung derart mit den Mitteln zum Durchlaufen des vor-
bestimmten Ultraschallfrequenzbereichs in Steuerverbindung steht, dass
der Ultraschallfrequenzbereich so gewählt wird, dass er die Ultraschallfre-
quenz beinhaltet, bei welcher der Generator (2) seine maximale Leistung an
den Ultraschallkonverter (6) abgibt.
20
3. Ultraschall-Schneidevorrichtung (1) nach Anspruch 2, dadurch gekenn-
zeichnet, dass die Messeinrichtung derart mit den Mitteln zum Durchlaufen
des vorbestimmten Ultraschallfrequenzbereichs in Steuerverbindung steht,
dass der Generator (2) seine maximale Leistung bei einer Ultraschallfre-
25 quenz an den Ultraschallkonverter (6) abgibt, die mittig zwischen der höchs-
ten und der niedrigsten Frequenz des bei einem Frequenzdurchlauf durch-
laufenen Ultraschallfrequenzbereichs liegt.
4. Ultraschall-Schneidevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
30 dadurch gekennzeichnet, dass die Schneidklinge (8) als flächiges Element
ausgestaltet ist, und dass der Schallleiter (7) als Leitungsstab ausgebildet

ist, der quer zu der Fläche, in der sich die Schneidklinge (8) erstreckt, mit dieser verbunden ist.

5. Ultraschall-Schneidevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
5 dadurch gekennzeichnet, dass der Schallleiter (7) ringförmig ausgebildet ist, dass ein erster Endbereich des Schallleiters (7) mit dem Ultraschallkonverter (6) und ein dem ersten Endbereich diametral gegenüberliegender zweiter Endbereich mit der Schneidklinge (8) verbunden ist.
- 10 6. Ultraschall-Schneidevorrichtung (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneidklinge (8) im Wesentlichen zylindrisch ausgestaltet ist, und dass der Schallleiter (7) an der Zylindermantelfläche der Schneidklinge (8) mit dieser verbunden ist.
- 15 7. Ultraschall-Schneidevorrichtung (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneidklinge (8) kreiszyindrisch oder oval ausgebildet ist.
- 20 8. Ultraschall-Schneidevorrichtung (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneidklinge (8) eckig ausgestaltet ist, insbesondere rechteckig.
- 25 9. Ultraschall-Schneidevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sie mehrere Ultraschallkonverter (6) aufweist, die jeweils über wenigstens einen Schallleiter (7) mit voneinander beabstandeten Schalleinkoppelstellen der Schneidklinge (8) verbunden sind.
- 30 10. Ultraschall-Schneidevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Schallleiter (7) einstückig mit der Schneidklinge (8) verbunden und vorzugsweise durch einen etwa U-förmig gekrümmten Messerschaft gebildet ist.